



Universidade Federal de Uberlândia

Disciplina de Sinais e Sistemas 2

– Lista 0 de exercícios extras –

Prof. Alan Petrónio Pinheiro

Faculdade de Engenharia Elétrica

Versão 1.0

Observações:

- a) Você pode (e deve, se necessitar) tirar dúvidas sobre a resolução de problemas desta lista durante o horário de atendimento
- b) Importante: a sua solução deve vir acompanhada dos arquivos (.m ou equivalente) usados para gerar os resultados das questões e um arquivo PDF com as resoluções (gráficos gerados e textos e anotações). A questão que não vier com estes arquivos será zerada.
- c) Todas as questões devem vir com comentários a respeito de sua avaliação do resultado ou do gráfico resultante. Não é o “número” que vale e sim a sua interpretação.
- d) Esta lista tem que ser entregue digitalizada por email (alan_petrônio@yahoo.com.br) até a data estipulada. Não serão recebidos trabalhos entregues posteriormente. Sua caixa “enviados” será seu comprovante de entrega.
 - i. Você deve entregar a lista em formato pdf (sem compactação, para evitar corromper arquivo). Mande também os arquivos .m diretamente (sem compactação). Já outros arquivos, de áudio, se a soma for maior que 10MB, pode mandar compactado.
 - ii. Não serão aceitos em hipótese alguma envios de links para trabalhos armazenados em repositórios ou nuvens ou afins. O seu trabalho deve estar disponível na caixa de email do professor. Todo trabalho enviado na forma de link vai ser desconsiderado.
 - iii. Verifique, antes de mandar, se o arquivo está correto e se pode ser aberto sem erros. Você é o único responsável pelo envio correto do trabalho.
- e) A maior parte das questões (senão todas) pode ser resolvida computacionalmente. Empregue o software que desejar. Um dos propósitos da lista é incentivar o(a) estudante a aprender (extra-classe) ferramentas que podem auxiliá-lo na aprendizagem e na resolução de problemas de forma intuitiva e profissional.
- f) Onde não for claramente explicitado, o estudante pode escolher resolver a questão de forma puramente computacional e/ou algébrica. As questões computacionais devem ter algum comentário a respeito de sua avaliação do resultado ou do gráfico resultante.
- g) Observe que acompanhando esta lista devem vir mais arquivos contendo sinais de áudio (.wav) e códigos em Matlab já prontos.
- h) Se você desejar fazer alguns cálculos no papel, fique à vontade. Depois de feitos, escaneie eles (digitalize-os) e insira no arquivo digital que você deve enviar. Não há necessidade de “perder tempo” digitando equações em editores de texto. **Mas tenha capricho**, especialmente na organização e sistematização do seu pensamento. O capricho e organização do trabalho também valem (você está sujeito a perder pontos por trabalhos não organizados). Deixe seu trabalho e sua formatação aparentáveis. Trabalhos desleixados terão notas desleixadas e reclamações não irão resolver ou mudar isto.
- i) Erros de português também são avaliados e você pode perder pontos por isto. Sua forma de comunicação escrita também é analisada.
- j) Recomenda-se o uso do Matlab para solução desta lista. Ele tem versões gratuitas para estudantes. Contudo, se preferir, use outro programa qualquer para fazer esta lista. Mesmo usando outro, você deve enviar o código usado para resolver as questões.

1) Usando o áudio anexo a esta lista (questao1.mp3), faça:

- a) Abra o áudio e observe sua constituição. Ele é uma matriz $N \times 2$, onde N indica o número de amostras digitalizadas na Frequência F_s . Observe que este número N é condizente com o tempo de duração de áudio. Ainda, porque a dimensão 2? O que acontece se você somar¹ os dois sinais em um só? Ouça² o resultado da soma e tente explicar o que você entendeu.

¹ $\text{sinal} = \text{sinal}(:,1) + \text{sinal}(:,2)$

² Para gerar um áudio a partir de um sinal X com frequência F_s , use: `audiowrite('saida.wav', X, F_s);`

- b) Plote uma forma de onda do sinal “mono” (dois canais somados) onde nela conste a magnitude média do som da música considerando intervalos de 1 segundo. Considere a média em módulo (ou seja: aplique o módulo antes do cálculo para tornar valores negativos em positivos). A abscissa deve ser dada em segundos e a ordenada indica o valor médio dentro deste intervalo de 1 segundo. A intenção aqui é identificar os momentos de maior amplitude do áudio.
- c) Com base no resultado do item anterior, qual é o período da música onde ela fica mais alta? Justifique isto olhando para o gráfico e indicando se os resultados gráficos correspondem ao que se ouve no fone de ouvido.
- d) Da mesma forma que você somou os 2 canais, gerando um áudio “mono”, some a constante 1 a cada um dos elementos do sinal de áudio mono. Feito isto, gere um áudio .wav com este sinal e veja o que aconteceu. Compare com a versão mono usada antes de se somar esta constante 1 (ou seja, inserir um nível DC no sinal) com a versão com nível DC. Ainda, use a função “mean” para verificar a média aritmética do sinal antes e depois que somou a constante.

2) Faça um script no Matlab (ou similar) de tal forma que ele possa:

- a) Produza 5 sinais de senóides. Suas amplitudes e frequências, respectivamente, são dadas pelos vetores A e F e são indicados abaixo. Considere que todas elas têm um intervalo de tempo de 100ms e que a frequência de amostragem delas é 100 kHz. Depois de produzidas, some todas elas e plote o sinal resultante.

$$A = [31; 10; 6.3; 3.5; 2.9];$$
$$F = [60; 180; 300; 420; 540];$$

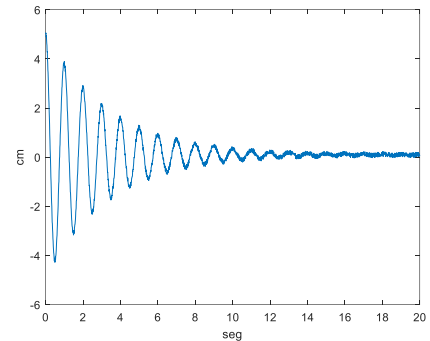
- b) Observe no item anterior, que o vetor de frequência obedece a uma formulação matemática traduzida por $F[n]=60 \cdot k$, onde n é um número inteiro e $k=2(n+1)-1$ (relembre da série de Fourier). Da mesma forma, a amplitude obedece a relação $A[n]=(100/k \cdot \Pi)$. Com base nisso, repita o processo, contudo agora considere 10 senóides. Some estas 10 senoídes geradas em um único gráfico e plote ele.
- c) Repita o mesmo procedimento do item anterior. Contudo considere agora 20 senoídes. Qual é a conclusão que você chega quando aumentamos ainda mais a quantidade de senoídes somadas? Se possível, faça um script que automaticamente reproduza quantas componentes forem necessárias.

3) Usando seu celular ou computador, grave seu sinal de voz por pelo menos 10 segundos. Em seguida, pegue um áudio de uma música qualquer. Com bases nestes 2 áudios e seu programa de simulação numérica, faça:

- a) Abra os 2 áudios (seu e da música) e os some de tal forma que você deve inserir seu áudio em um trecho desta música. Gere uma versão onde sua voz aparece mais alta que a música e uma segunda versão onde o contrário acontece. As duas versões não podem ter mais que 20 segundos (para não entupir o email do professor com arquivos pesados). Certifique-se de assegurar que ambos áudios têm mesmo F_s .
 - b) Pegue um dos áudios gerados na questão anterior e some a ele um conjunto de senos ou cossenos cossenos de frequências f compreendidos entre o intervalo $B < f < B+100$, tal que B é um valor
-

que pode ser qualquer entre o intervalo $3.000\text{Hz} < B < 5.000\text{Hz}$. No caso, f é uma faixa de frequência de 100 Hz (são 100 frequências incrementadas de 1 unidade). Escolha uma amplitude tal que o resultado final gere um ruído audível, mas não muito forte. Gere o arquivo de áudio com estes 3 sinais (sua voz, a música e o ruído sintético). Verifique o efeito de se introduzir estas frequências no áudio.

4) Um engenheiro fixou a um amortecedor de um carro um sensor de movimento para analisar os impactos de buracos na movimentação do chassi do carro. Para um dado buraco, foi registrado um movimento oscilatório do carro que está disponível no arquivo `questao4.mat`. A figura ao lado mostra este movimento registrado. O sistema de aquisição de sinais tem uma taxa de amostragem de 100 amostras por segundo. Depois de 20 segundos, este movimento (vertical em relação ao solo) foi considerado nulo. Para estudar o sistema de amortecimento, este engenheiro precisa encontrar uma função matemática capaz de reproduzir o mais precisamente possível esta forma de onda. Com base nesta equação, ele vai tentar reconstruir a modelagem do amortecedor para propor melhorias. Com base neste contexto, tente encontrar uma função matemática que reproduza este sinal. Observe que ele tem um pouco de ruído. Considere na sua modelagem apenas a parte determinística³ do sinal.



Dicas:

- Lembre-se das funções exponenciais de Euler $e^{j\omega t}$ e e^{kt} .
- Depois de escolhida a função matemática que você acha que pode representar este sinal, você pode usar tentativa e erro para encontrar os fatores/coeficientes de acomodação da sua função até que ela se ajuste o mais próximo possível da forma de onda de referência. Outra forma (mais avançada e elegante) pode ser usando métodos de otimização⁴ numérica como *simplex* ou *afins*.
- No Matlab, por exemplo, para ler automaticamente o sinal use os códigos: `arquivo = matfile('questao4.mat');`
`sinal_lido = arquivo.sinal;`

5) Considere o exemplo resolvido em sala de aula onde foi encontrado que o espectro do sinal $x(t) = e^{-at}u(t)$ é dado pela equação:

$$X(j\omega) = \frac{1}{a + j\omega}$$

- Considerando para um $a=2$, determine qual é o espectro de magnitude deste sinal
- Considerando para um $a=2$, determine qual é o espectro de fase deste sinal
- Repita o item a) e b), mas considerando que $-30 < \omega < +30$. O que você conclui sobre a simetria?
- Observe que o sinal tem (entre muitas outras) a componente de 10rad/s no seu espectro. Ele também tem a componentes de -10rad/s . Plote ambos sinais (como seno ou cosseno) para ver a diferença entre eles e ver se existe o conceito físico de frequência negativa. E qual é a diferença de fase (no gráfico do item b) entre a componente de 10 rad/s e -10 rad/s ?

³ Recorde o conceito de sinal/sistema determinístico *versus* estocástico.

⁴ Estes métodos de otimização de funções objetivas foi visto em outras disciplinas e não nesta. Por isto, o uso de métodos de otimização automática aqui são optativos.